



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 196 39 487 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶
F 23 N 1/02

②1 Aktenzeichen: 196 39 487.2
②2 Anmeldetag: 26. 9. 96
④3 Offenlegungstag: 9. 4. 98

DE 196 39 487 A 1

⑦1 Anmelder:
Honeywell B.V., Amsterdam, NL

⑦4 Vertreter:
Dipl.-Ing. Dieter Herzbach und Dipl.-Ing. Heinz
Rentzsch, 63067 Offenbach

⑦2 Erfinder:
Vrolijk, Enno, Dalen, NL

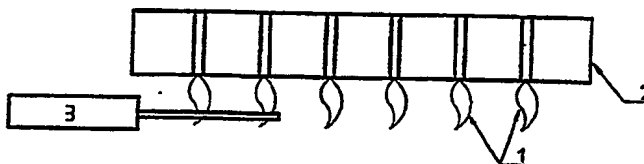
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 41 12 449 A1
DE 39 37 290 A1
DE-OS 22 52 618
CH 3 89 539

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Betriebsoptimierung eines Gasbrenners

⑤7 Um das Gas/Luft-Gemisch für einen Brenner (2) ohne Verwendung eines Sauerstofffühlers im Rauchgasabzug auch bei Verwendung von Brenngasen unterschiedlicher Wobbezahl zu optimieren, wird der Luftüberschuß des dem Brenner zugeführten Gemisches zunächst soweit erhöht, bis das Flammensignal des Flammenfühlers (3) verschwindet, weil die Flamme vom Brenner abgehoben hat. Anschließend wird das Gas/Luft-Verhältnis um einen zuvor einmalig ermittelten vorgegebenen Wert in Richtung auf einen geringeren Luftüberschuß geändert, welcher dem Wert bei optimaler Verbrennung entspricht (Fig. 1).



DE 196 39 487 A 1

Um einerseits den Brennstoff bestmöglich auszunutzen und andererseits den Ausstoß schädlicher Verbrennungsprodukte in die Umwelt weitgehend zu vermindern, versucht man, Gasbrenner mit einem solchen Gas/Luft-Gemisch zu versorgen, daß dieses optimal und vollständig verbrennt. Bei herkömmlichen Gas/Luft-Reglern wird dabei von einem vorgegebenen Wobbe-Index des Brenngases ausgegangen und das Mischungsverhältnis dementsprechend konstant gehalten. Die Gasversorgung liefert jedoch keineswegs Brenngas mit gleichem oder gleichbleibendem Wobbeindex, so daß insbesondere bei Vormisch-Gasbrennern und atmosphärischen Brennern mit geringem NO_x -Ausstoß bisweilen mit den herkömmlichen Gas/Luft-Regleinrichtungen, die ein vorgegebenes Gas/Luft-Verhältnis einhalten, nicht in allen Fällen eine wirklich optimale Verbrennung erzielbar ist. Man hat deshalb zusätzlich im Rauchgasabzug einen Sauerstofffühler vorgesehen, der je nach Sauerstoffanteil der Rauchgase das Gas/Luft-Mischungsverhältnis über einen auf die Gas- oder Luftzufuhr einwirkenden Regler in Richtung auf eine optimale Verbrennung mit geringem Luftüberschuß von beispielsweise 4% verändert. Ein solcher zusätzlicher Sauerstoff- oder NO_x -Fühler erhöht die Kosten der Regleinrichtung und unterliegt, da er im Rauchgasabzug angeordnet ist, einer erheblichen Verschmutzung. Er muß deshalb regelmäßig gewartet und gesäubert oder ausgetauscht werden.

Durch die Erfindung werden ein Verfahren zum Optimieren des Betriebs eines Gasbrenners sowie eine zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Vorrichtung vorgeschlagen, welche ohne einen solchen zusätzlichen Sauerstoff- oder NO_x -Fühler im Rauchgasabzug auskommen und trotzdem zu einer zumindest angenähert optimalen Verbrennung auch bei Verwendung unterschiedlicher Gassorten mit abweichender Wobbe-Zahl führen.

Das Verfahren sowie die Vorrichtung gemäß der Erfindung sind in den unabhängigen Patentansprüchen gekennzeichnet. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen. Die Erfindung verwendet den ohnehin zur Überwachung der Brennerflamme vorhandenen Flammenfühler zusätzlich im Zuge einer Kalibrierung der Brenneranlage dazu, das optimale Gas/Luft-Verhältnis in Abhängigkeit von der jeweiligen Gassorte selbsttätig zu ermitteln. Dabei nutzt die Erfindung die Tatsache aus, daß einerseits bei hinreichendem Gasüberschuß die Flamme mit Sicherheit zündet und andererseits die Flamme in Abhängigkeit vom Luftanteil ihre Größe und die Lage in bezug auf den Brenner verändert. Bei hohem Luftanteil wird die Ausströmgeschwindigkeit des Gas/Luftgemischs aus dem Brenner größer als die Verbrennungsgeschwindigkeit. Dies führt dazu, daß die Flamme vom Brenner abhebt. Ordnet man den Flammenfühler derart an, daß er ein solches Abheben der Flamme vom Brenner feststellen kann, so läßt sich dieses Abheben der Flamme dahin gehend auswerten, daß es als Anzeichen für einen zu hohen Luftanteil, d. h. für ein nicht-optimales Gas/Luft-Verhältnis ausgenutzt wird. Während der Flammenfühler im Normalbetrieb beim Erlöschen der Flamme ein den Brenner stillsetzendes Signal liefert, gibt er während der Kalibrierung trotz brennender Flamme ebenfalls ein das Nichtvorhandensein einer Flamme anzeigendes Signal ab, wenn sich die Flamme vom Flammenfühler entfernt hat. Mit einem einzigen Flammenfühler kann man einerseits

das Vorhandensein der Flamme im Normalbetrieb und andererseits die Position der Flamme während der Kalibrierung überwachen. Natürlich könnte man für die beiden Vorgänge auch getrennte Flammenfühler verwenden. Dabei kann es sich um einen in die Flamme eintauchenden thermischen Flammenfühler, z. B. um einen Flammenstab oder auch um einen optischen Flammenfühler handeln, der hinreichend fokussiert ist, um das Abheben der Flamme erkennen zu können.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Zeichnungen wiedergegebener Ausführungsbeispiele erläutert. Darin zeigt:

Fig. 1 schematisch einen Hauptbrenner mit austretenden Flammen und zwar im Normalbetrieb (A) mit optimaler Flammenhöhe, bei etwas zu hohem Luftüberschuß (B) sowie bei starkem Luftüberschuß und abgehobener Flamme (C);

Fig. 2 eine Gas/Luft-Regleinrichtung mit einem in Abhängigkeit vom Wärmebedarf ein- und abschaltenden Gasventil; sowie

Fig. 3 eine ähnliche Regleinrichtung mit in Abhängigkeit vom Wärmebedarf modulierendem Brennstoffventil.

Bei allen drei in Fig. 1 dargestellten Betriebszuständen A, B und C treten mehrere Flammen 1 aus entsprechenden Öffnungen des Brenners 2 aus und werden von einem Flammenfühler in Form eines Flammenstabs 3 überwacht. Im optimalen Betriebszustand A beginnt die Flamme unmittelbar an der Austrittsöffnung des Brenners 2 und hat eine solche Größe, daß der Flammenstab 3 in die Flammenspitze, also den Flammenbereich mit der höchsten Temperatur hineinragt. Hier liegt also ein optimales Gas/Luftgemisch vor, welches eine nahezu vollständige Verbrennung und damit geringstmögliche unverbrannte Anteile im Rauchgas gewährleistet.

In der Betriebsart B enthält das dem Brenner 2 zugeführte Gas/Luft-Gemisch zuviel Luft, wodurch die Flamme vergrößert wird. Hier ragt der Flammenfühler 3 nicht mehr in den Bereich der Flammenspitzen, sondern in den mittleren Flammenbereich hinein, der gegenüber der Flammenspitze eine niedrigere Temperatur aufweist. Gleichwohl erkennt der Flammenfühler 3 das Vorhandensein der Flammen 1.

In der Betriebsart C hat das Gas/Luft-Gemisch einen sehr hohen Luftüberschuß. Die Flammen 1 sind zwar nach wie vor vorhanden, aber soweit vom Brenner 2 abgehoben, daß der Flammenstab 3 nicht mehr in die Flamme 1 selbst eintaucht. Der Flammenfühler 3 kann also das Vorhandensein der Flammen 1 nicht erkennen, sondern meldet an eine angeschlossene Überwachungsschaltung einen Flammenausfall, obwohl die Flammen 1 in Wirklichkeit vorhanden sind. Dieses Abheben der Flammen 1 vom Brenner 2 wird gemäß der Erfindung zum Kalibrieren des Gas/Luft-Verhältnisses ausgenutzt, wenn der Brenner Gase mit unterschiedlichem Wobbeindex optimal verbrennen soll.

Hierzu wird ein Testexemplar des Brenners mit einem optimalen Gas/Luft-Gemisch betrieben und zugleich der Sauerstoffgehalt im Abgas gemessen. Diese Messung hat den Zweck, das Gas/Luft-Gemisch tatsächlich optimal einzustellen. Es ergibt sich die Betriebsart A. Sodann erhöht man den Luftüberschuß bis schließlich entsprechend der Betriebsart C die Flammen 1 soweit vom Brenner 2 abgehoben sind, daß der Flammenfühler 3 das Vorhandensein der Flammen nicht mehr erkennt, sondern einen Flammenausfall meldet. Zugleich wird gemessen, um wieviel Prozent der Luftüberschuß gegenüber der optimierten Betriebsart A zugenommen

hat. Diese prozentuale Zunahme des Luftüberschusses bis zum Flammenabheben vom Flammenstab 3 ist eine charakteristische Kenngröße des Brenners, welche nur einmal für den betreffenden Brennertyp bestimmt werden muß.

Bei der Installation eines Brenners und danach in regelmäßigen Abständen, beispielsweise einmal oder zweimal am Tage, wird der Brenner wie folgt kalibriert: Der Brenner wird mit hinreichendem Gasüberschuß in Gang gesetzt, so daß er auf jeden Fall zündet und die Flammen entstehen. Der Gasüberschuß richtet sich dabei nach dem in der betreffenden Anlage gegebenenfalls zu verbrennenden Gas mit dem geringsten kalorischen Brennwert. Der Einstellung der entsprechenden Reglelemente für Gas- und Luftzufuhr ist dabei bekannt. Nach dem Zünden der Flamme wird durch entsprechende Verstellung der das Gas/Luft-Verhältnis bestimmenden Stellglieder, z. B. durch einen Gas/Luft-Regler, das Gas/Luft-Verhältnis in Richtung auf einen Luftüberschuß verändert. Sobald der Luftüberschuß einen Wert erreicht hat, bei dem die Flammen 1 vom Flammenstab 3 abheben, schaltet der Flammenfühler 3 den Brenner ab. Dies ist ein charakteristischer und wiederholbarer Arbeitspunkt des Brenners im Zusammenwirken mit dem Flammenfühler. Von diesem Arbeitspunkt aus wird das Gas/Luft-Verhältnis um den eingangs erwähnten, einmal ermittelten Prozentsatz in Richtung auf eine Verringerung des Luftüberschusses geändert und erreicht damit das optimale Gas/Luft-Verhältnis entsprechend der Betriebsart A. Nunmehr ist der Brenner im Hinblick auf die Wobbezahl des gerade verbrannten Gases kalibriert und kann durch Konstanthalten dieses Gas/Luft-Verhältnisses optimal betrieben werden. Die Aufrechterhaltung des Gas/Luft-Verhältnisses ist durch die Einstellung der betreffenden Stellglieder vorgegeben oder kann durch einen an sich bekannten Gas/Luft-Regler gewährleistet werden.

Sollte der Brenner zwischen zwei Kalibrierzyklen infolge einer zu starken Änderung der Gasqualität nicht zünden, so kann der Kalibriervorgang automatisch wiederholt werden. Je öfter eine solche Kalibrierung durchgeführt wird, um so geringer ist die Gefahr, daß der Brenner zwischen zwei Kalibrierungen mit einem nicht optimalen Gas/Luft-Verhältnis betrieben wird. Die Erfindung ist sowohl bei Brennern mit einem schaltenden als auch mit einem modulierenden Gasventil einsetzbar.

Anhand von Fig. 2 wird zunächst die Arbeitsweise bei Verwendung eines schaltenden Ein/Aus-Gasventils erläutert. Gas wird der Brennkammer bzw. dem Brenner 2 von einer Gasleitung G her über ein solches Ein/Aus-Gasventil 4 und einen Gasinjektor 5 zugeführt. Zugleich erzeugt ein Gebläse 6 einen Verbrennungsluftstrom, der über eine Lufterdüse 7 zum Brenner 2 gelangt. Solange nur eine Gassorte verbrannt wird, könnte das Gebläse 6 mit einer durch das gewünschte Gas/Luft-Verhältnis vorgegebenen Drehzahl betrieben werden. Die Erfindung sieht jedoch eine Anpassung dieser Drehzahl an die betreffende Gassorte vor, um mittels der erwähnten Kalibrierung ein optimales Gas/Luft-Gemisch einzustellen. Hierzu wird die Anlage mit einer niedrigen Drehzahl des Gebläses 6 gestartet, so daß mit Sicherheit der Brenner zündet und der Flammenfühler 3 das Vorhandensein von Flammen meldet. Anschließend erhöht der Regler 8 die Drehzahl des Gebläses 6 solange bis infolge des erhöhten Luftüberschusses die Flammen entsprechend der Betriebsart C vom Flammenfühler abgehoben haben und dieser folglich an den Regler 8 ein Flammenausfallsignal liefert. Der vorzugsweise mit ei-

nem Mikroprozessor und Speichern ausgestattete Regler 8 schaltet über hier nicht im einzelnen dargestellte, aber bekannte Signalverbindungen die Anlage ab und speichert zugleich den beim Erlöschen der Flammen gegebenen Drehzahlwert. Anschließend verringert der Regler 8 den Sollwert der Gebläsedrehzahl um den oben erwähnten vorgegebenen Prozentsatz derart, daß von dem Abschalt-Arbeitspunkt gemäß Betriebsweise C der Luftüberschuß auf die optimale Betriebsweise A verringert wird. Nunmehr wird die Anlage mit diesem optimalen Gas/Luft-Verhältnis bzw. Luftüberschuß für den Betrieb freigegeben. Sobald beispielsweise ein zu beheizender Raum oder eine Warmwasserentnahmestelle die Zufuhr von Wärme und damit das Einschalten des Brenners anfordert, setzt der Regler 8 die Anlage in Betrieb, indem das Gasventil 4 geöffnet und das Gebläse 6 mit der nunmehr optimierten Drehzahl solange betrieben wird, bis kein Wärmebedarf mehr besteht. Bei nur selten eingeschalteten Anlagen kann jeder Einschaltung ein solcher Kalibriervorgang vorangestellt werden. Bei Anlagen, welche öfter ein- und ausschalten, genügt es meistens, wenn die Kalibrierung einmal oder zweimal pro Tag erfolgt. Öfter ändert sich der Wobbeindex des zugeführten Gases mit Sicherheit nicht.

Der Kalibriervorgang kann auch ohne Unterbrechung des Brennerbetriebs selbst vorgenommen werden, wenn der Regler 8 beim Einschalten der Anlage und beim erstmaligen Auftreten des Flammenausfallsignals infolge des Abhebens der Flamme vom Brenner die Gebläsedrehzahl gleich um den vorgegebenen Prozentsatz verringert, ohne dabei die Gaszufuhr und damit den Brennervorgang zu unterbrechen.

Fig. 3 zeigt vereinfacht eine Brenneranlage mit modulierendem Betrieb, d. h. Gas- und Luftzufuhr ändern sich in Abhängigkeit vom jeweiligen Wärmebedarf. Das Brenngas G gelangt wiederum über einen Injektor 5 und die Verbrennungsluft L über eine Lufterdüse 7 zum Brenner 2. Ein modulierendes Gasventil 14 sowie das drehzahlgesteuerte Gebläse 6 werden von einem Gas/Luft-Regler 15 im Sinne der Aufrechterhaltung eines vorgegebenen optimalen Gas/Luft-Verhältnisses gesteuert. Beispiele hierfür sind aus EP 0 390 964 B1 (72400679) oder EP 0 644 377 A1 (72200796) bekannt. Zwischen das Gasventil 14 und den Gasinjektor 5 ist eine Gasdrossel 16 eingeschaltet, welche vom Regler 8 gesteuert wird.

In bekannter Weise wird die Drehzahl des Gebläses 6 in Abhängigkeit vom Wärmebedarf verändert. Über den Gas/Luftregler 15 wird dabei die Gaszufuhr durch das Gasventil 14 im Sinne der Aufrechterhaltung eines vorgegebenen Gas/Luft-Verhältnisses gesteuert. Ein solcher Gas/Luftregler 15 hat einen vorgegebenen Modulationsbereich über den diese automatische Anpassung von Gas- und Luftzufuhr wirksam ist. Der Gasinjektor 5 ist so ausgestaltet, daß er bei voll geöffneter Drossel 16 und Verwendung eines Gases mit den niedrigsten zu erwartenden Wärmeinhalt das gewünschte Gas/Luft-Verhältnis erzielt.

Die Anlage wird bei voll geöffneter Drossel 16 in Gang gesetzt. Sobald die Flamme zündet, verändert der Regler 8 langsam den Durchflußquerschnitt der Drossel 16. Wenn die Flamme vom Flammenfühler 3 abhebt, schaltet der Regler 8, wie beim obigen Ausführungsbeispiel, die Anlage ab. Beim erneuten Einschalten wird der Durchflußquerschnitt der Drossel 16 um den vorgegebenen Prozentsatz zwischen Abhebewert (Betriebsart C) und optimalem Betrieb (Betriebsart A) erhöht, beispielsweise unter Verwendung eines Stellmotors, der

bei konstanter Drehzahl für eine vorgegebene, dem genannten Prozentsatz entsprechende Dauer in Betrieb ist. Damit wird das Gasluftverhältnis auf den gewünschten optimalen Wert eingestellt. Anschließend wird die Anlage für den Normalbetrieb freigegeben. Auch hier kann die Einstellung des optimalen Gasstroms im Verhältnis zum Luftstrom mit Hilfe der Drossel 16 und des Reglers 8 während des ersten Einschaltvorgangs der Anlage ohne Unterbrechung des Brennerbetriebs erfolgen.

Im Rahmen der Erfindung sind zahlreiche Abwandlungen der gerätemäßigen Ausgestaltung möglich. So kann die Drossel 16 Teil des modulierenden Gasventils 14 sein. Die Einstellung des Gas/Luft-Verhältnisses beim Kalibrieren kann nicht nur im Strömungsweg des Gases, sondern statt dessen auch im Strömungsweg der Luft L vorgenommen werden, wenn man eine entsprechende Einstellvorrichtung zwischen Gebläse 6 und Luftdüse 7 vorsieht. Dies ist jedoch weniger günstig, weil sich in diesem Falle bei Verwendung unterschiedlicher Gasarten auch die Wärmeleistung des Brenners ändern würde. Anstelle eines thermischen Flammenfühlers, z. B. eines Flammenstabs 3, kann auch ein ausreichend fokussierter optischer oder sonstiger Flammensensor eingesetzt werden, der nicht nur das Vorhandensein der Flamme 1 sondern auch deren Abheben vom Brenner 2 erkennt. Die Verbrennungsluftzufuhr kann auch durch eine im Luftstrom angeordnete Drosselklappe regelbar sein. Den der Kalibrierung dienenden Regler 8 und einen kombinierten Gas/Luft-Regler 15 kann man zu einem einzigen Regler zusammenfassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Optimieren des Betriebs eines Gasbrenners mit Flammenüberwachung durch einen dem Brenner zugeordneten Flammenfühler, gekennzeichnet durch folgende Schritte:

- a) Dem Brenner wird ein Gas/Luft-Gemisch mit Gasüberschuß zugeführt und der Brenner wird gezündet;
- b) der Gasüberschuß wird verringert bis ein Luftüberschuß entsteht;
- c) sobald bei einem vorgegebenen Luftüberschuß die Flamme vom Flammenfühler abhebt, liefert dieser ein Flammenausfallsignal;
- d) von dem beim Auftreten des Flammenausfallsignals gegebenen Gas/Luft-Mischungsverhältnis wird das Gas/Luft-Gemisch um einen vorgegebenen Betrag in Richtung auf einen höheren Gasanteil geändert;
- e) mit diesem optimalen Gas/Luft-Mischungsverhältnis wird der Brenner bis zur nächsten Optimierung betrieben.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das optimierte Gas/Luft-Gemisch etwa 4% Luftüberschuß hat.

3. Vorrichtung zum Optimieren eines Brenners nach dem Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2 mit:

- a) einem mit einem Gas/Luft-Gemisch versorgten Brenner (2);
- b) einem dem Brenner zugeordneten Flammenfühler (3);
- c) einem Gasventil (4, 14) und einem Verbrennungsluftgebläse (6); sowie
- d) einem an den Flammenfühler angeschlossenen Regler (8), der bei Flammenausfall die Gas- oder Gas/Luft-Zufuhr zum Brenner un-

terbricht;

dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (8)

a) auf ein die Gas- oder Luftzufuhr steuerndes Stellglied (6, 16) einwirkt;

b) beim Einschalten des Brenners (2) diesem Stellglied ein Steuersignal zuführt, welches einen zum sicheren Zünden des Brenners ausreichenden Gasüberschuß erzeugt;

c) nach dem Erscheinen eines das Zünden der Flamme anzeigenden Flammensignals des Flammenfühlers das Steuersignal in Richtung auf eine Verringerung des Gasüberschusses solange ändert, bis das Flammensignal verschwindet;

d) einen Speicher für den beim Verschwinden des Flammensignals gegebenen Wert des Stellsignals für das Stellglied aufweist;

e) eine Vorrichtung zum Verändern dieses Stellsignals um einen vorgegebenen Betrag in Richtung auf eine Erhöhung des Gasanteils im Gas/Luft-Gemisch enthält; und

f) diesen optimierten Wert des Gas/Luft-Verhältnisses in der nachfolgenden Betriebsphase des Brenners aufrechterhält.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgang des Reglers (8) an einen Drehzahlsteuereingang eines Gebläses (6) für die Verbrennungsluftzufuhr angeschlossen ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gasventil ein vom Wärmebedarf gesteuertes Ein/Ausschaltventil (4) ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Gasventil ein vom Wärmebedarf gesteuertes modulierendes Ventil (14) ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ausgang des Reglers (8) an ein Stellglied (16) im Strömungsweg (14, 16, 5) des Gases angeschlossen ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein kombinierter Gas/Luft-Regler (15) eingangsseitig an einen Wärmebedarfsfühler angeschlossen ist und ausgangsseitig einerseits auf eine Drehzahlsteuerschaltung für das Gebläse (6) sowie andererseits auf das Gasventil (14) einwirkt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der der Kalibrierung dienende Regler (8) Teil des kombinierten Gas/Luft-Reglers (15), vorzugsweise eines Mikroprozessor-Reglers ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

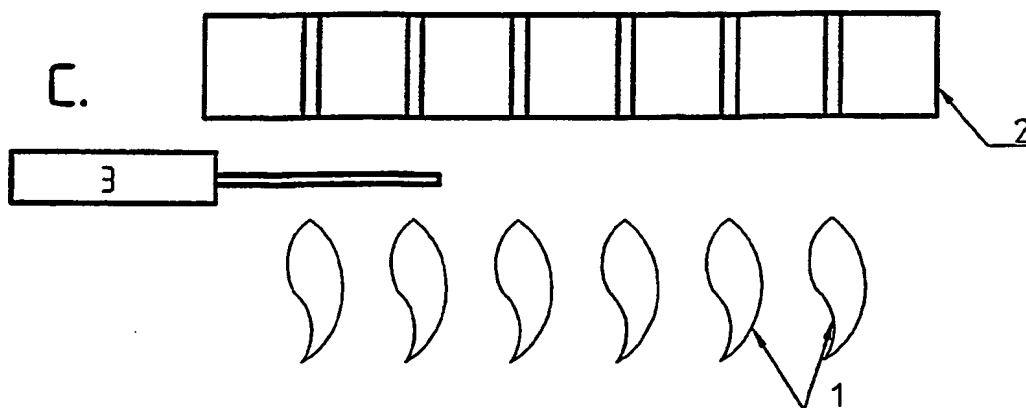
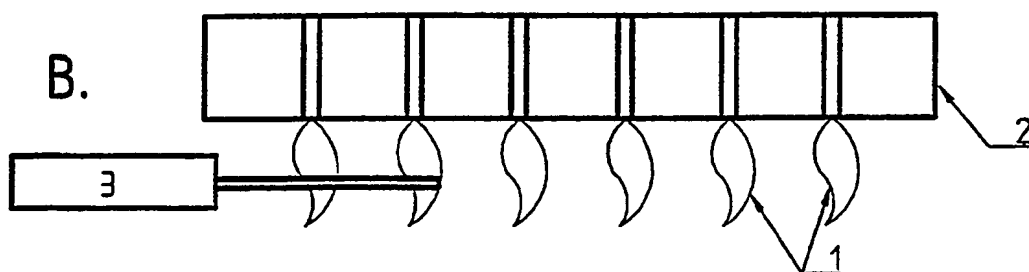
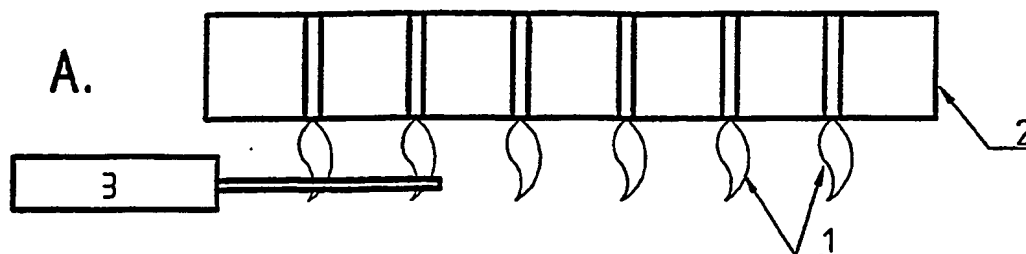


Fig. 2

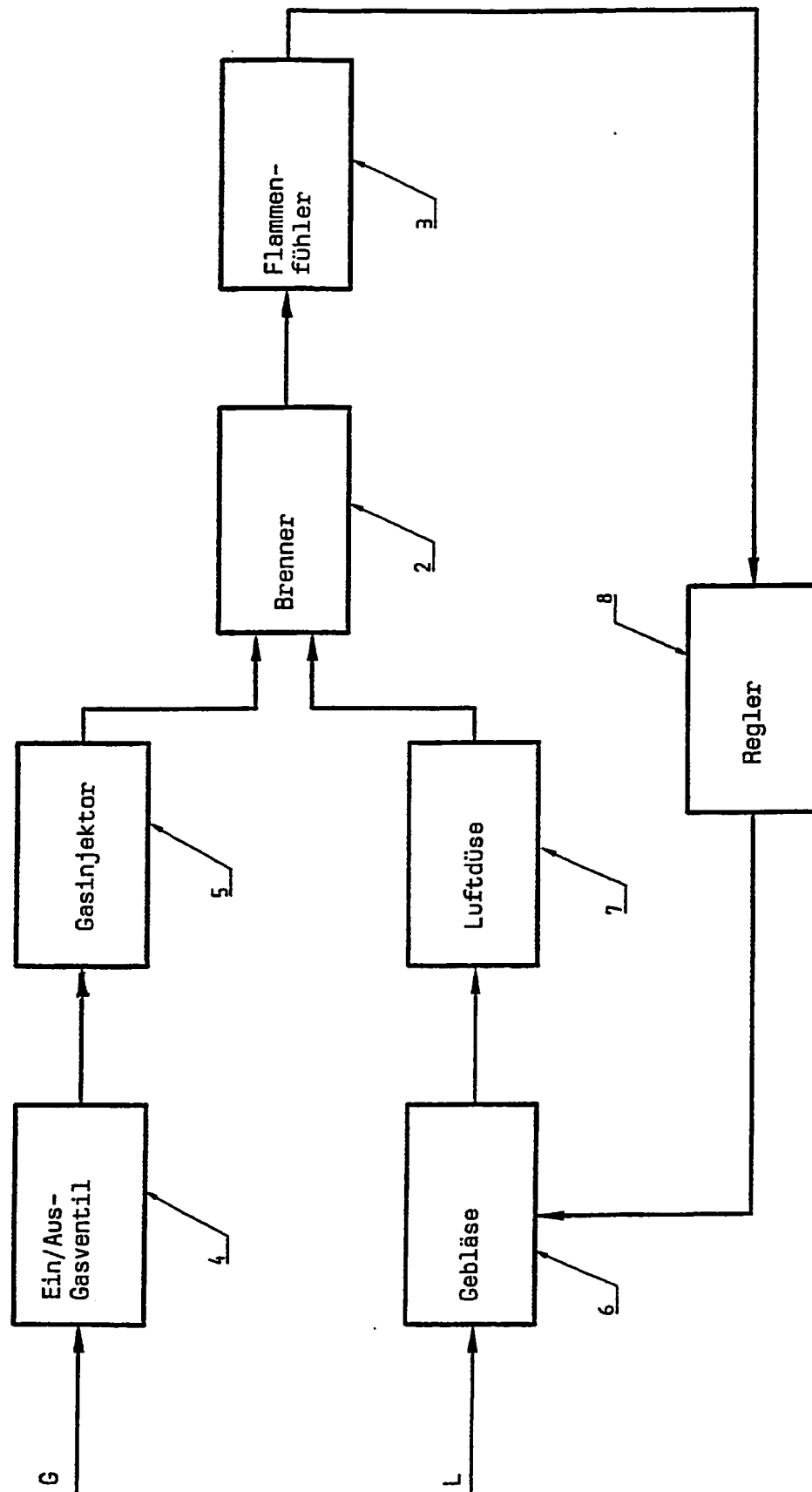


Fig.3

